Services webs et protocoles associés

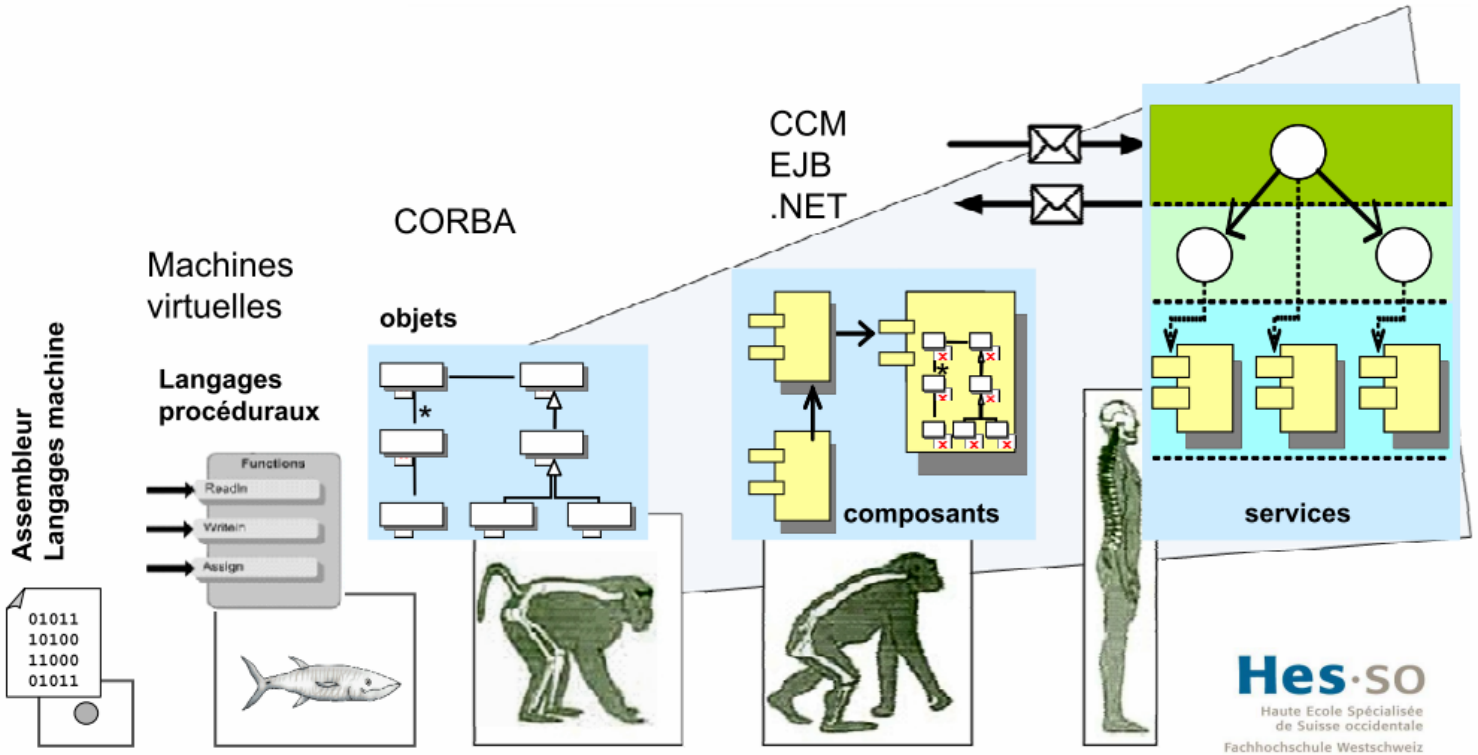
M. PERREIRA DA SILVA

Version PDF des slides

Introduction

- Oublions le web quelques instants...
- Parlons programmation et architecture logicielle
  - Ne **pas réinventer la roue** à chaque programme
  - **"Industrialiser"** le développement (ex: sous traitance)
  - Énormes logiciels d'entreprise
  - Besoin de **réutilisation**
  - Du code : Programmation orientée objet (POO)
  - Des fonctionnalités : **Programmation orientée composant** (POC)

Évolution du niveau d'abstraction



Composant ?

- Entité **indépendante**, fournissant une **fonctionnalité**
  - **Interface** de communication prédéfinie
  - Documentation séparée
  - Tests séparés
- **Programmation orientée composant** = assemblage de différents composants
  - Différentes provenances
  - Différents langages (objets ou non)

Composants et architecture "locale"

- Les composants résident **sur une même machine**
- Besoin d'une plateforme de gestion de composants
  - Component Object Model (COM): OCX, ActiveX (Microsoft)
  - XPCOM: modèle de composant de Mozilla
  - Etc.
- Définition de l'**interface du composant** via un langage
  - **IDL:** Interface Description Langage (équivalent du .h en C)
  - Gestion de l'hétérogénéité des types dans les différents langages

Composants et architectures "distribués"

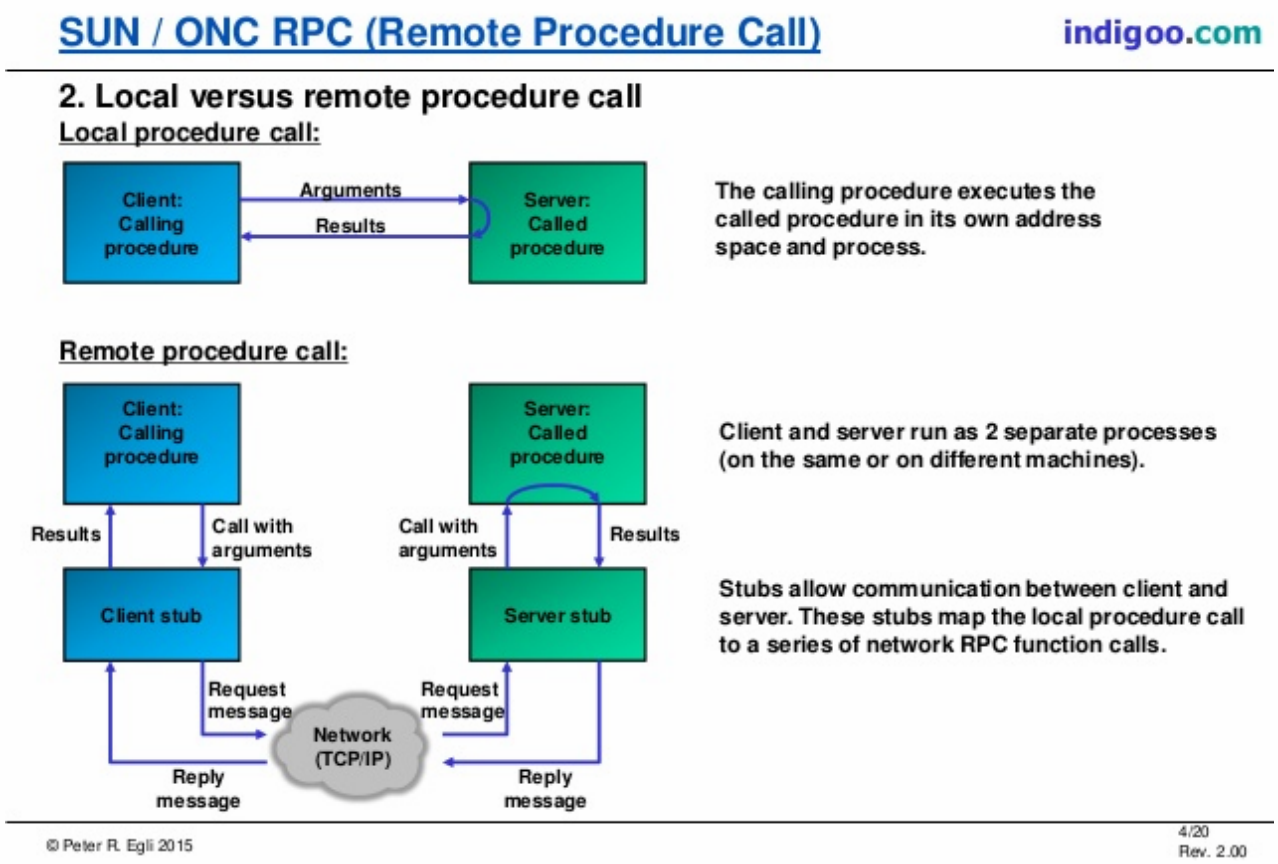
- Architecture **distribuée**
  - Les composants peuvent être sur différents ordinateurs
  - Appels de méthode / procédures distants
- Contraintes complémentaires
  - Besoin d'un **protocole de communication** entre les composants
  - Besoin de **sérialiser / désérialiser** les données sur le réseau
  - Binaire
  - Texte
  - Besoin de **détection et description** des composants sur le réseau
- Exemples:
  - DCOM: version distribuée de COM (Microsoft)
  - CORBA: standard industriel (OMG)
  - .Net Remoting
  - Java Entreprise Edition (JEE) et les Entreprise Java Bean (EJB)

Zoom sur quelques technologies d'architectures distribuées

ONC RPC : rudimentaire

- Standard (RFC 1057 & 5531) d'**appel de procédures à distance** via
  - Numéro de programme (attribué par l'IANA)
  - Numéro de version du programme (ex: 1)
  - Numéro de procédure
- Données et procédures représentées via le langage **XDR/RPC** (External Data Representation)
  - **1 seul paramètre** envoyé / retourné
  - Besoin de **définir des structures de données**
- Code écrit dans n'importe quel langage ayant une libraire RPC (ex: C)
- Données sérialisée (en **binaire**) et envoyées via les protocoles **TCP ou UDP**
- Plutôt dédié aux appels distants sur réseau local (**LAN**)

ONC RPC: déroulement d'un appel



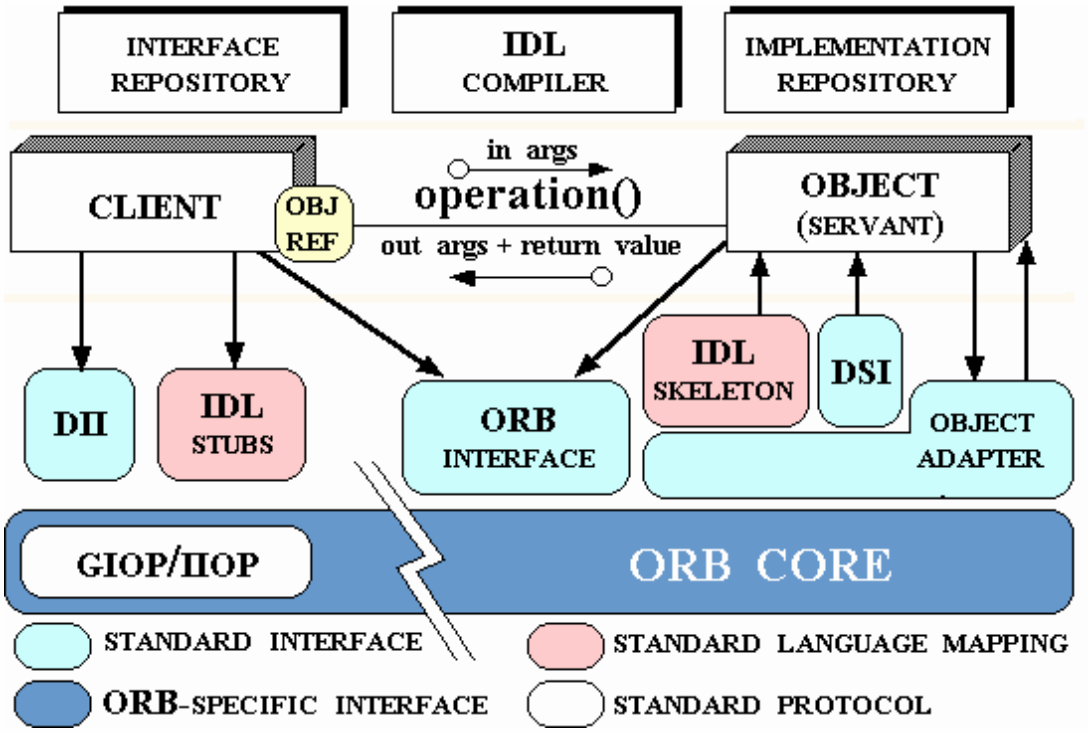
Bonus

Corba: "standard" industriel (OMG)

- Composants **orientés objet** (héritage, etc.)
- Principe de l'**ORB** (Object Request Broker): sert d'intermédiaire de communication entre les différents objets / composants
- Description de l'interface des objets via le **langage IDL**
  - Syntaxe proche du C++
  - Traduction automatique de l'interface vers un squelette C++,Python, Java, etc.
- Fourniture de différents services
  - Nommage: retrouver un objet à partir de son nom
  - Courtage: retrouver un objet à partir de ses propriétés
  - etc.
- Communication entre les ORB via les protocoles **GIOP** (LAN) ou **IIOP** (Internet)

Bonus

Corba : Architecture



Bonus

RMI et .Net Remoting (WCF)

RPC Java et .Net

- Appels de procédure distant **spécifiques**
- Fonctionne sur **HTTP** (compatibilité) ou **TCP** (performance)
- Basé sur la **sérialisation des objets**
- Protocole de **transmission** des messages
  - RMI: JRMP (spécifique JVM), IIOP (CORBA)
  - .Net WCF: SOAP, XML, JSON, RSS, Binaire
- WCF est un peu plus que du simple RPC
  - Architecture orienté service, comme les EJB Java

Bonus

Entreprise Java Bean (EJB)

- Architecture de **composants distribués** Java
- 3 types de composants (beans):
  - EJB entité: représente des données (généralement persistantes)
  - Mapping objet / relationnel avec une base de données
  - **EJB session**: service = mise à disposition d'un certain nombre de méthodes
  - Stateless Session Bean: pas de conservation de l'état entre les appels
  - Stateful Session Bean: état conservé entre les appels
  - EJB message: réalisation de tâches asynchrones
- Fonctionne sur un **serveur d'application**

EJB: exemples de "Session Bean"

Bonus

```java
@Stateless // Bean stateless
public class StatelessSessionBeanImpl implements StatelessSessionBean {
// l'interface StatelessSessionBean sera utilisée coté client
    public int doubleUnEntier( int unEntier) {
        return unEntier*2;
    }
}
```

```java
@Stateful // Bean statefull
public class StatefulSessionBeanImpl implements StatefulSessionBean {
// l'interface StatefulSessionBean sera utilisée coté client
    private int nombre=0;

    public void init(int nombre) {
        this.nombre = nombre;
    }

    public String doubleEntierPrecedent() {
        if (nombre == 0) {
            return 1;
        }
        nombre *= 2;
        return nombre;
    }
}
```

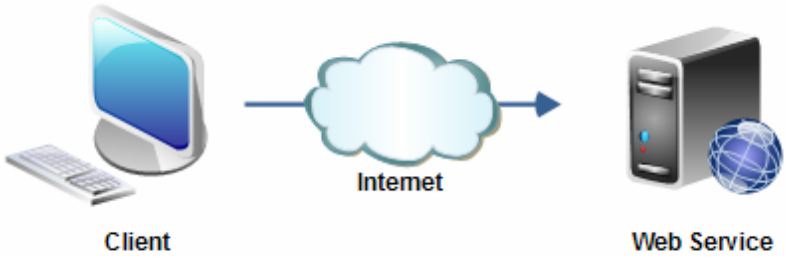
Les serveurs d'application

- **Hébergent les composants** et gèrent leur cycle de vie
- Fournissent d'**autres services**
  - Lien avec serveur web
  - Lien avec SGBD
  - Administration des composants
- Généralement **spécifiques à une technologie**
  - Java EE: JBOSS, Apache TomEE, Oracle GlassFish
  - .Net: intégré au framework .Net
  - PHP: Zend Server
  - Python: Zope

Services web

C'est quoi ?

- Un service Web est une **application logicielle** accessible à partir du **web**. Il utilise les **protocoles internet** pour communiquer et utilise un **langage standard** pour décrire son interface



.center]

- Quelle différence avec un site web ?
  - La **présentation** des informations est inutile (HTML)

La définition du W3C

> *Un service web est un **système logiciel** identifié par **un URI**, dont les interfaces publiques et les « bindings » sont définies et décrites en **XML**. Sa définition peut être **découverte** [dynamiquement] par d'autres **systèmes logiciels**. Ces autres systèmes peuvent ensuite interagir avec le service web d'une façon décrite par sa définition, en utilisant des **messages XML** transportés par des *protocoles Internet*

*Le W3C met en avant XML comme langage de description (à différents niveaux). Mais ce n'est pas le seul moyen (standard) de communication...

Exemples...

- Nombreuses **API** disponibles sur le web
  - Google: https://developers.google.com/apis-explorer (REST)
  - Twitter: https://dev.twitter.com/ (REST)
  - Facebook: https://developers.facebook.com/ (REST)
  - Paypal: https://developer.paypal.com (SOAP)
  - Viamichelin: http://dev.viamichelin.fr/presentation-soap.html (SOAP)
- Accès à ces API via les protocoles de service web (SOAP, REST, etc.)

ou

- Via des kit de développement (SDK) spécifiques (JavaScript, Java, etc.)
  - Les SDK ne font que simplifier l'accès au service web

Les formats d'échange de données web

XML

- **Extensible Markup Language**
- Vu dans les cours précédents (*Remi Lehn*)
- Langage de **description** de données
- On peut **créer de nouveaux langages** via un Schéma XML
- On peut **transformer** un document XML vers d'autres formats (XML ou non) via XSLT
- La base de nombreux services web
- **Attention:** format particulièrement *verbeux*

JSON

- Format de description de données textuel
  - Existe en version binaire (BSON)
- Dérivé de la **notation objet de JavaScript**
- Ne contient que 2 types de structures
  - **Objet** = ensemble non ordonnée de paires `"clé" : valeur`
  - Ex: `{ "nom": "Polytech", "nbEtudiants: 500" }`
  - **Tableau** = collection ordonnée de valeurs
  - Ex: `[ 1, 2, 3, 4, 5]`
- Une **valeur** peut être:
  - Un objet
  - Un tableau
  - Un type simple (chaine, nombre, booléen, null)

XML vs. JSON: exemple

XML

```
<product>
     <id>15</id>
     <name>Widgets</name>
     <description>These widgets are
the finest widgets ever made by
anyone.</description>
     <options type="color">
          <item>Purple</item>
          <item>Green</item>
          <item>Orange</item>
     </options>
</product>
```

JSON

```
"product" : {
     "id" : 15,
     "name" : "Widgets",
     "description" : "These widgets
are the finest widgets ever made by
anyone.",
     "options" : [
          {
               "type" : "color",
               "items" : [
                    "Purple",
                    "Green",
                    "Orange"
               ]
          }
    ]
}
```

Architectures (web) orientées service

XML-RPC (1/2)

- **Appel de procédure distant** (RPC) avec
  - **Transport** des messages via HTTP
  - **Requête** `POST`
  - **Encodage** des messages via **XML** dans le **corps de la requête**
  - Un seul élément `<methodCall>` par requête
  - L'élément fils `<methodName> définit la méthode à appeler`
  - Les paramètres sont passés dans l'élément `<params>` via des balises `<param>`
  - On peut passer en **paramètre / résultat**
  - Des types simples (entier, flottant, booléen, chaine, date, données binaires en Base64)
  - Des tableaux
  - Des structures
  - La réponse ne peut contenir **qu'une seule balise** `<param>`

XML-RPC (2/2)

- **Avantage**:
  - Simple
  - Indépendant du langage de programmation (Java, PHP, etc.)
  - Utilise des protocoles et langages standards
- **Limitations** :
  - Types de données limités
  - Assez verbeux (XML...)

XML-RPC: exemple

Requête

```
POST /ExempleRPC HTTP/1.0
User-Agent: Frontier/5.1.2 (WinNT)
Host: test.polytech.univ-nantes.fr
Content-Type: text/xml
Content-length: 181

<?xml version="1.0"?>
<methodCall>

<methodName>example.doubleUnEntier</m
ethodName>
   <params>
      <param>
         <value><int>41</int></value>
         </param>
      </params>
   </methodCall>
```

Réponse

```
HTTP/1.1 200 OK
Connection: close
Content-Length: 158
Content-Type: text/xml
Date: Fri, 17 Jul 2014 19:55:08 GMT
Server: UserLand Frontier/5.1.2-WinNT

<?xml version="1.0"?>
<methodResponse>
   <params>
      <param>
         <value><int>82</int></value>
         </param>
      </params>
   </methodResponse>
```

JSON-RPC (1/2)

- **Très similaire** à l'esprit **XML-RPC**
  - Simple
  - Lisible par un humain
- Mais...
  - Remplacement de XML par **JSON** (plus compact)
  - Codage **Unicode** par défaut
  - **Indépendant du protocole** (HTTP(S), TCP/IP, etc.)
  - Support des **notifications** (message n'attendant pas de réponse)

JSON-RPC (2/2)

- Membres d'un **objet requête**
  - `jsonrpc` : version du protocole utilisé (actuellement "2.0")
  - `method` : nom de la méthode à appeler
  - `params` (optionnel): structure de données contenant les paramètres à passer à la méthode
  - On ne passe qu'une structure
  - `id` : identifiant de la requête (nombre ou chaine de caractère), qui sera également utilisé par la réponse.
  - Si l'`id` est NULL, alors la requête est une notification
- Membres d'un **objet réponse**
  - `jsonrpc` et `id` : identique aux champs de la requête
  - `result` : valeur de retour de la méthode. Ne doit pas être présent en cas d'erreur.
  - `error` : objet décrivant l'erreur ayant eu lieu. Ne doit être présent que en cas d'erreur.

Exemple JSON-RPC

Requête / réponse basique

```
{"jsonrpc": "2.0", "method": "doublerUnEntier", "params": 1789, "id": "request-1"}
```

```
{"jsonrpc": "2.0", "result": 3578, "id": "request-1"}
```

Requête / réponse simple

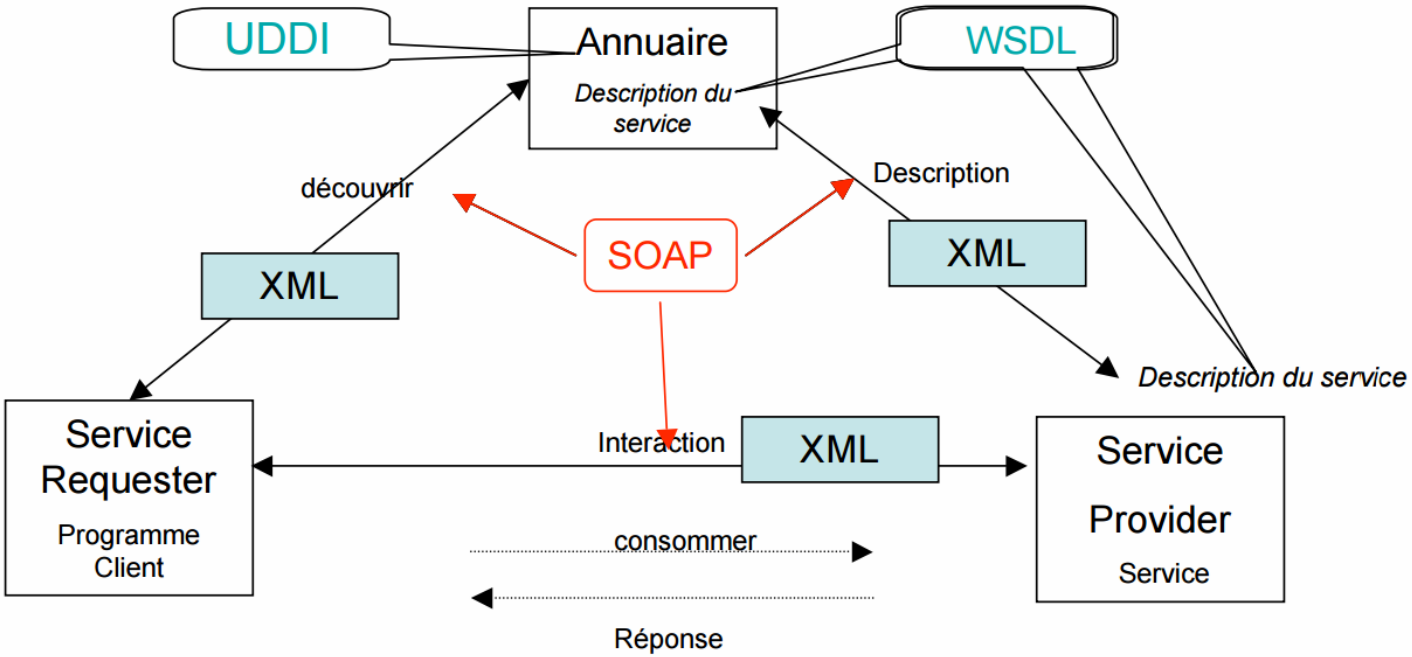
```
{"jsonrpc": "2.0", "method": "majPersonne", "params": { "nom": "Robert", "age": 57, "Classement": [1,2,6,2,1] }, "id": "request-2"}
```

```
{"jsonrpc": "2.0", "result": "Ok", "id": "request-2"}
```

En cas d'erreur

```
{"jsonrpc": "2.0", "error": {"code": -32601, "message": "Method not found"}, "id": "request-2"}
```

Service web (SOAP): architecture



Les 3 briques d'un service web

- **Annuaire** (Service Registry)
  - Annuaire des services publiés par les providers (UDDI)
  - Géré sur un serveur niveau application, entreprise ou mondial
- **Service Provider**
  - Application s'exécutant sur un serveur et comportant un module logiciel accessible en XML
- **Service Requester**
  - Application cliente se liant à un service et invoquant ses fonctions par des messages XML (REST, XML-RPC,SOAP)

Les langages et protocoles standards

- **WSDL** (Web Services Description Language) donne la **description** au format XML des Web Services en précisant les méthodes pouvant être invoquées, leur signature et le point d'accès (URL, port, etc..).
  - Dialecte XML permettant de décrire un web service
- **UDDI** (Universal Description, Discovery and Integration) normalise une solution d'**annuaire distribué** de Web Services, permettant à la fois la publication et l'exploration. UDDI se comporte lui-même comme un Web service dont les méthodes sont appelées via le protocole SOAP.
  - Annuaire permettant d’enregistrer et de rechercher des service web
- **SOAP** (Simple Object Access Protocol) : Protocole de **communication** des services Web par échange de message XML.

SOAP

- Protocole de **communication** de messages
- N'est **pas lié** à un protocole de **transport** particulier (mais HTTP est populaire)
- Un message SOAP est composé de
  - Une **déclaration** XML (optionnelle), suivie de
  - Une **enveloppe** SOAP (l'élément racine) qui est composée de:
  - Un Entête SOAP (optionnel)
  - Un Corps SOAP : dont le contenu dépend de l'application
    - Peut contenir des messages d'erreur et pièces jointes
- Un dialogue SOAP contient un message de **requête** et un message de **réponse**

SOAP

Exemple de dialogue simpliste

Requête: appel d'une méthode qui double la valeur d'un entier

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no" ?>
  <SOAP-ENV:Envelope
   SOAP-ENV:encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
   xmlns:SOAP-ENV="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"
   xmlns:SOAP-ENC="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
   xmlns:xsi="http://www.w3.org/1999/XMLSchema-instance"
   xmlns:xsd="http://www.w3.org/1999/XMLSchema">
    <SOAP-ENV:Body>
        <ns1:doublerUnEntierReq
         xmlns:ns1="urn:MonServiceSOAP">
            <param1 xsi:type="xsd:int">1024</param1>
        </ns1:doublerUnEntierReq>
    </SOAP-ENV:Body>
  </SOAP-ENV:Envelope>
```

SOAP (exemple dialogue)

Exemple de dialogue simpliste

Réponse: la valeur de l'entier doublé...

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
  <SOAP-ENV:Envelope
   xmlns:SOAP-ENV="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"
   xmlns:xsi="http://www.w3.org/1999/XMLSchema-instance"
   xmlns:xsd="http://www.w3.org/1999/XMLSchema">
    <SOAP-ENV:Body>
        <ns1:doublerUnEntierRep
         xmlns:ns1="urn:MonServiceSOAP"
         SOAP-ENV:encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/">
            <return xsi:type="xsd:int">2048</return>
        </ns1:doublerUnEntierResp>
    </SOAP-ENV:Body>
  </SOAP-ENV:Envelope>
```

WSDL

- Document XML **décrivant un service web**
- Définition du service via 7 éléments principaux
  - `<types>` : **définition des données** utilisées par le service web
  - `<message>` : définition de la **structure d'un message** en lui attribuant un nom et en décrivant les éléments qui le composent (nom + type)
  - `<portType>` : Description de toutes les **opérations proposées** par le service web (interface du service) et identification de cet ensemble avec un nom
  - `<operation>` : **Description d'une action** proposée par le service web notamment en précisant les messages requêtes et réponses
  - `<binding>` : **Description du protocole** de transport et d'encodage utilisé par un `<portType>` afin de pouvoir invoquer un service web
  - `<port>` : Référence un `<binding>` (généralement c'est l'url d'invocation du service web)
  - `<service>` : Un ensemble de ports

WSDL : exemple (1/2)

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<definitions targetNamespace="http://polytech.univ-nantes.fr/exemple-wsdl.wsdl"
xmlns:apachesoap="http://xml.apache.org/xml-soap"
xmlns:impl="http://polytech.univ-nantes.fr/exemple-wsdl.wsdl"
xmlns:soapenc="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
xmlns="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/"
xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/soap/"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
    <message name="doublerUnEntierReq">
        <part name="valeur" type="xsd:int" />
    </message>
    <message name="doublerUnEntierRes">
        <part name="doublerRetour" type="xsd:int" />
    </message>
    <portType name="Calculer">
        <operation name="doublerUnEntier" parameterOrder="valeur">
            <input message="impl:doublerUnEntierReq" name="doublerUnEntierReq" />
            <output message="impl:doublerUnEntierRes" name="doublerUnEntierRes"
/>
        </operation>
    </portType>
```

WSDL : exemple (2/2)

```
    <binding name="CalculerSoapBinding" type="impl:Calculer">
        <soap:binding style="rpc"
transport="http://schemas.xmlsoap.org/soap/http" />
        <operation name="additionner">
            <soap:operation soapAction="" />
                <input name="doublerUnEntierReq">
                    <soap:body
encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
namespace="urn:MonServiceSOAP" use="encoded" />
                </input>
                <output name="doublerUnEntierRes">
                    <soap:body
encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
namespace="urn:MonServiceSOAP" use="encoded" />
                </output>
            </operation>
        </binding>
    <service name="CalculerService">
        <port binding="impl:CalculerSoapBinding" name="Calculer">
            <soap:address
location="http://localhost:8080/ExempleWS/services/Calculer" />
        </port>
    </service>
</definitions>
```

UDDI

- UDDI permet la **découverte et la description** des services web
- Un annuaire UDDI comporte 3 composants :
  - Les **pages blanches**: comprennent la **liste des entreprises** ainsi que des informations associées à ces dernières.
  - Les **pages jaunes**: recensent les **services Web** de chacune des entreprises sous le standard WSDL.
  - Les **pages vertes**: fournissent des **informations techniques précises** sur les services fournis. Ces informations concernent les descriptions de services et d'information de liaison ou encore les processus métiers associés.
- Pas aussi largement utilisé qu'espéré
  - IBM, Microsoft et SAP hébergeaient des annuaires UDDI publics il y a quelques années...
  - Les annuaires UDDI sont plutôt privés (inter entreprise)

Bonus

JSON-WSP (Abandonné...)

- **Alternative aux services web SOAP**, pas encore standardisée
  - RFC en cours...
- Comble les lacunes de JSON-RPC en terme de **description de service** (types et méthodes)
  - Équivalent de SOAP + WSDL
- Utilise des **requêtes HTTP** `POST` pour le transport (comme XML-RPC)
- Fonctionnement des requêtes / réponses / erreurs **très proche de JSON-RPC**
  - Champs `methodName`, `args`, `result`
- Ajout d'un objet de **description** des types et méthodes
  - Déclaration de **structures de données** complexes
  - **Documentation** des types et des méthodes
  - Possibilité de déclarer des fichiers (**attachement**) comme type de donnée

Bonus

JSON-WSP: exemple (1/2)

Description (ici on ne définit qu'une méthode, pas de type)

```
{   "type": "jsonwsp/description",
    "version": "1.0",
    "servicename": "MonService",
    "url": "http://polytech.univ-nantes.fr/test-JSON-WSP",
    "methods": {
        "doubleUnEntier": {
            "doc_lines": ["Renvoie le double d'un entier !"],
            "params": {
                "unEntier": {
                    "def_order": 1,
                    "doc_lines": ["Le nombre que l'on veut doubler"],
                    "type": "number",
                    "optional": false
                }
            },
            "ret_info": {
                "doc_lines": ["L'entier doublé"],
                "type": "number"
            }
        }
    }
}
```

JSON-WSP: exemple (2/2)

Bonus

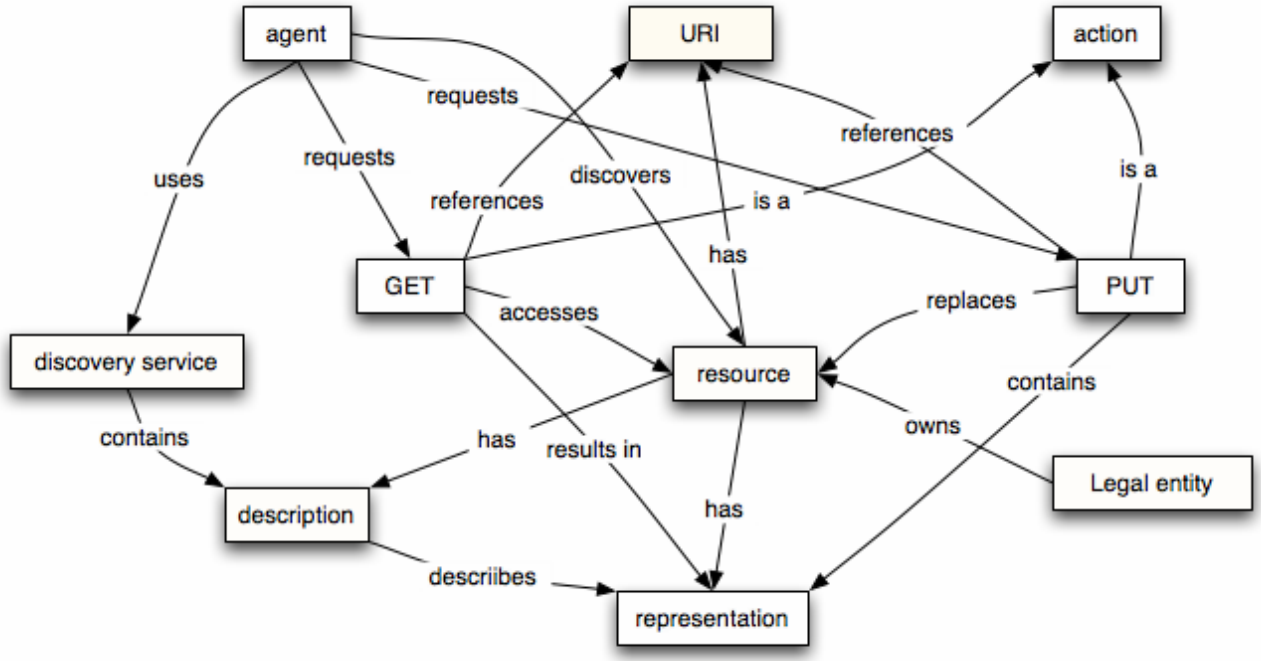
Requête

```
{   "type": "jsonwsp/request",
    "version": "1.0",
    "methodname": "doubleUnEntier",
    "args": {
        "unEntier": 3615
    },
    "mirror": {
        "id": 1234
    }
}
```

Réponse

```
{
    "type": "jsonwsp/response",
    "version": "1.0",
    "servicename": "MonService",
    "method": "doubleUnEntier",
    "result": 7230,
    "reflection": {
        "id": 1234
    }
}
```

Architectures orientées ressources



REST ? (1/2)

- REST: **REpresentational State Transfer**
- **Style d'architecture** != protocole de communication (SOAP)
- Décrit en 2000 par Roy Thomas Fielding dans sa thèse, chap 5, "Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures"
  - 1 des principaux acteur de la spécification de HTTP
  - Membre fondateur de la fondation Apache
  - Développeur du serveur Web Apache
- Style d'architecture **inspiré du Web**
- Architecture **orientée ressource**

REST ? (2/2)

- Utilisé pour développer des **Services Web**
- Dans la littérature
  - Architectures orientées **ressources** (ROA)
  - Architectures orientées **données** (DOA)
- Quand une application respecte ces principes: **RESTFul**
- Les services web REST sont **sans états** (Stateless)
  - Pas de mémoire des requêtes antérieures
  - Chaque requête envoyée doit contenir toutes les informations nécessaires au traitement

Les concepts de REST

- **Ressources** (Identifiant)
  - Identifiée par une URI
  - Exemple (fictif): http://www.achats.fr/livre/SF/Harry-Potter
- **Méthodes** (Verbes)
  - Action à effectuer sur la ressource
  - Méthodes HTTP: `GET`, `POST`, `PUT` et `DELETE`
- **Représentation** (Vue de la ressource ou de son état)
  - Informations échangées avec le service
  - Texte, XML, JSON, ...

REST: Ressource

- Tout ce qui est **identifiable / manipulable** dans le système
  - Document, Image, Personne, Le montant du compte d'un client, etc.
- **Identifié par un lien** (URI)
- Une ressource **peut avoir plusieurs URI**
- Une URI identifie **une seule ressource** (ou un seul groupe de ressources)
- Construite de façon **hiérarchique**
- La représentation d'une ressource **peut évoluer avec le temps**
  - Lié au temps: ex. Dernier article
  - Modification structure: ex. Ajout d'un champ

REST: Ressource

- Structure classique
  - Structure **hiérarchique**
  - Construction classique
  - `http://domaine.com/<plus général>/../<plus spécifique>`
- Exemples d'URIs
  - /musique/rock
  - /musique/rock/AC-DC/
  - /musique/rock/AC-DC/année
  - /musique/rock/AC-DC/back_in_black
  - /musique/rock/AC-DC/année/5
  - /musique/classique/meilleures_ventes
  - /musique/recherche/foxy_lady

REST: Ressource

- On peut aussi utiliser la **chaine de requête**
  - Préciser la demande de ressource
  - Utiliser et combiner des critères non hierarchiques
- Exemples
  - Uniquement les dix premiers résultats
  - /music/rock?limit=10
  - Trie par ordre ascendant ou descendant sur un champ particulier
  - /music/rock/AC-DC?sort=asc&sortby=year
  - Format (possible aussi via entête `Accept`)
  - /music/classical/best_sellers?format=json

REST: Interface / methodes

- REST fournit une interface uniforme
- Chaque ressource peut subir **4 opérations de base** (CRUD)
  - Create (Créer)
  - Retrieve (Lire)
  - Update (MAJ)
  - Delete (Supprimer)
- REST **s'appuie sur HTTP** pour exprimer les opérations via les méthodes HTTP
  - `POST` (Créer)
  - `GET` (Lire)
  - `PUT` (MAJ complète) + `PATCH` (MAJ partielle)
  - `DELETE` (Supprimer)
- Il n'est pas nécessaire d'implémenter toutes les méthodes pour une ressource

REST: Représentation

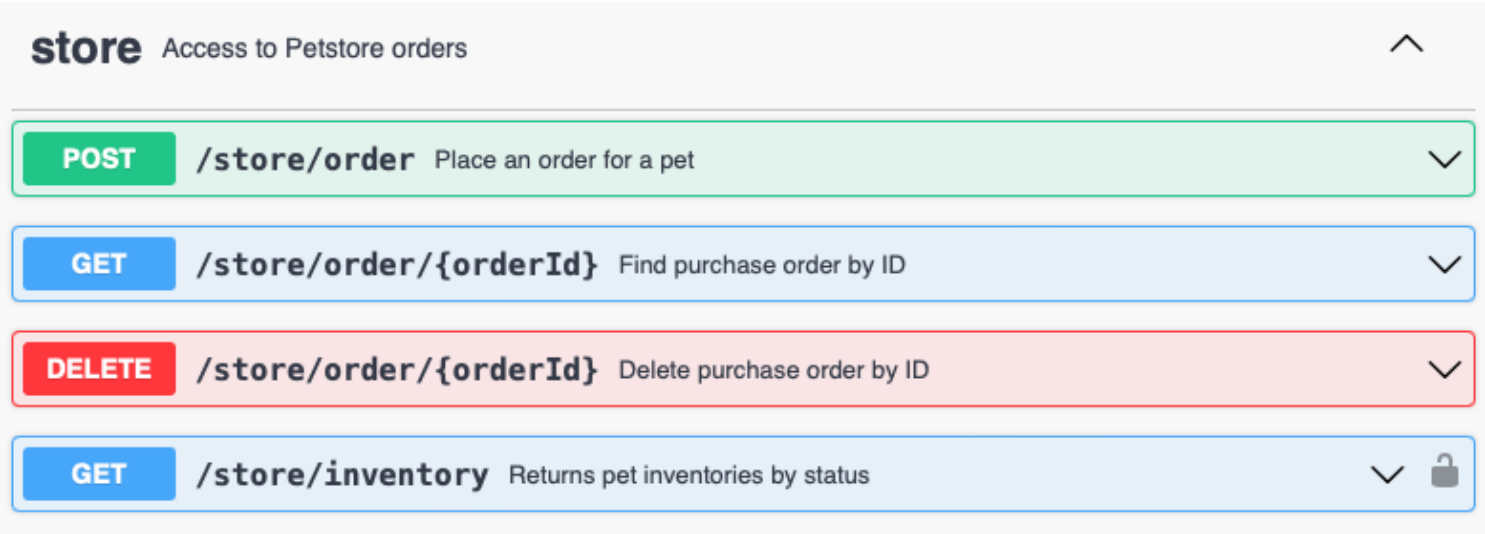
- **Format d'échange** des données
  - Pour le client (`GET`)
  - Pour le serveur (`PUT`, `POST` ou `PATCH`)
- Généralement: Texte, JSON, XML, HTML, CSV
- Le format d'entrée (`POST`) et de sortie (`GET`) d'une même ressource peut varier
- On peut spécifier le format via
  - **Entêtes HTTP** (type MIME via `content-type`)
  - **L'URL** de la ressource
  - directement (`/musique/rock/xml` ou `/musique/rock/json`)
  - via la chaine de requête (`/musique/rock?format=xml` ou `/musique/rock?format=json`)

REST: Limites

- **Actions binaires**:
  - Demander si un artiste fait partie d'un groupe ?
  - Demander si un groupe contient un artiste ?
  - Plus dur : lien entre groupe et artiste lors de la création ?
- **Transactions**
  - Décrire un virement bancaire ?
  - Créer une ressource incrémentalement ?
- Les URI doivent-elles être **évidentes ou opaques** ?
  - Donnée: `/serveur/home/~maurice/` ("joli", mnémotechnique)
  - Identifiant: `/homedir/23eab89c/` (résistant au changement)
- **Sécurité**
  - Authentification HTTP simple
  - Utilisation d'HTTPS, cookies, tokens, etc.

Spécification d'une API RESTFul (1/2)

- Exemple via l'outil Swagger.io : Animalerie (Petstore)
- Spécifications des opérations réalisables sur la ressource magasin (store)



Spécification d'une API RESTFul (2/2)

- Modèle de données d'une commande

Modèle

```
Order ⌄ {
    id                  integer($int64)
    petId               integer($int64)
    quantity            integer($int32)
    shipDate            string($date-time)
    status              string

                        Order Status

                        Enum:

                         ⌄ [ placed, approved, delivered ]
    complete            boolean
}
```

Exemple JSON

```
{
  "id": 0,
  "petId": 0,
  "quantity": 0,
  "shipDate": "2022-04-07T08:25:47.377Z",
  "status": "placed",
  "complete": true
}
```

Service vs. ressource (1/2)

- Modèle d'interaction :
  - SOAP : **Échanges**
  - Le serveur conserve des données sur la session
  - Les messages ne contiennent que ce qu'ils expriment
  - REST : **Opérations indépendantes**
  - Serveur sans état
  - Les messages doivent embarquer le contexte
- Cible :
  - SOAP : plutôt des **services transactionnels** (ex: réservation de billet)
  - REST : plutôt des échanges de **données / documents** (ex: tweets)

Service vs. ressource (1/2)

- Protocole :
  - SOAP: **subit HTTP**
  - Indépendant du transport donc d'HTTP, mais la large majorité des échanges passe par HTTP
  - Propre modèle de sécurité
  - Propre retour des erreurs
  - Propre stratégie de cache
  - REST: **épouse HTTP**
- Formats :
  - REST: **s'adapte** aux capacités du client (négociation de contenu)
  - WSDL: **définit finement** les formats des données échangées
- Documentation :
  - REST : **pas de norme**, mais possible depuis WSDL 2.0
  - WSDL : **définit finement** (mais verbeusement) les échanges

SOAP vs. REST : conclusion

REST	SOAP
Suppose une communication point à point	Gère les environnements distribués
Ne nécessite qu'un serveur HTTP	Nécessite des outils / middleware
Pas de description des services	WSDL
Ne fonctionne que via HTTP	Différents types de transport possibles
Peu verbeux	Très verbeux
Pas Standard	Standard
Simple, peu de fonctionnalités gérées	Plus complexe, mais plus complet

C'est fini...